



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.03.2009 Patentblatt 2009/13

(51) Int Cl.:
B64D 45/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08016481.7**

(22) Anmeldetag: **18.09.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(30) Priorität: **19.09.2007 DE 102007044642**

(71) Anmelder: **Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH**
88161 Lindenberg/Allgäu (DE)

(72) Erfinder: **Schievelbusch, Bernd**
88161 Lindenberg (DE)

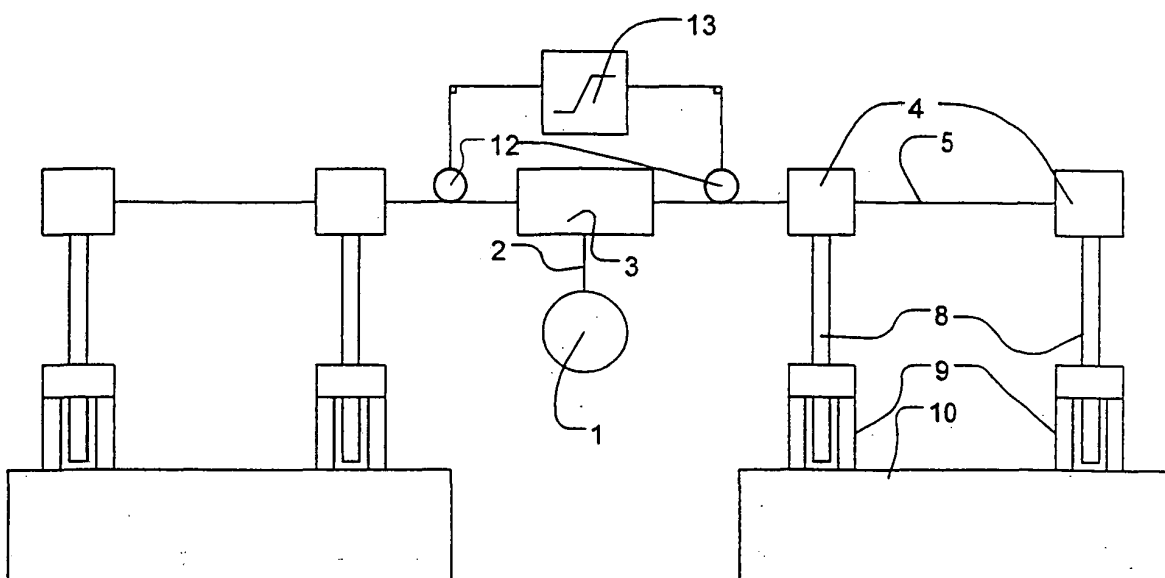
(74) Vertreter: **Herrmann, Uwe et al**
Lorenz - Seidler - Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(54) **Flugzeughochauftriebssystem mit Überlastsicherung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Flugzeughochauftriebssystem mit wenigstens einer Antriebseinheit (1) zum Betrieb der Hochauftriebssysteme (10) der Halbflügel (Halbflügelsysteme) sowie mit wenigstens einer Überlastsicherung zur Vermeidung unerwünscht hoher Betriebsmomente in den Halbflügelsystemen, wobei die Überlastsicherung eine Vergleichseinrichtung (12,13), mittels derer die Augenblickswerte der Betriebsmomente der Halbflügelsysteme verglichen werden und/oder ein

durch die Differenz der Betriebsmomente hervorgerufener Zustand erfasst wird, sowie eine mit der Vergleichseinrichtung in Verbindung stehende Begrenzungseinrichtung aufweist, mittels derer die Antriebseinheit blockiert, abgeschaltet oder abgeregelt und/oder das Moment der Antriebseinheit in die Flugzeugstruktur abgeleitet wird, wenn die in der Vergleichseinrichtung ermittelte Differenz der Betriebsmomente einen Grenzwert übersteigt.

Figur 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Flugzeughochauftriebssystem mit wenigstens einer Antriebseinheit zum Betrieb der Hochauftriebssysteme der Halbflügel sowie mit wenigstens einer Überlastsicherung zur Vermeidung unerwünscht hoher Betriebsmomente in den Halbflügelsystemen.

[0002] Antriebssysteme beispielsweise für Vorflügel und Landeklappen an den Tragflächen von Flugzeugen bestehen häufig aus einer zentralen Antriebseinheit, die beispielsweise im Rumpf des Flugzeuges angeordnet ist. Die zentrale Antriebseinheit steht über ein Verzweigungsgetriebe mit Transmissionswellen in den Halbflügeln in Verbindung, die ihrerseits über Abzweiggetriebe das Moment zu den Klappen übertragen. Dabei sind den Abzweiggetrieben Aktuatoren und Führungsgetriebe nachgeschaltet, die die aerodynamisch wirkenden Klappen bewegen.

[0003] Betrachtet man das Drehmomentniveau pro Halbflügel von außen, d.h. von der Flügelspitze nach innen zur Flügelwurzel hin wird in den Transmissionswellen das Momentenniveau an jeder Laststation um das dort abgezweigte Moment vergrößert. An jedem wurzelseitigen Wellenende wirkt also die Hälfte des Betriebsmomentes der Antriebseinheit, die üblicherweise beide Halbflügel mit dem erforderlichen Drehmoment versorgt.

[0004] Die zentrale Antriebseinheit wird in der Regel auf das maximale auftretende Betriebsmoment bei Nenn Drehzahl ausgelegt, nach Erreichen und Überschreiten des Nennleistungspunktes wird bei abnehmender Drehzahl noch ein Momentenüberschuss bis auf das Blockiermoment (Stallmoment) wirksam. Damit besitzt eine Antriebseinheit in konventioneller Auslegung etwa das 3fache an Momentenpotenzial wie zum Bewegen eines Halbflügels benötigt wird.

[0005] Fehlerfälle, die in den Halbflügeln auftreten und die möglichst umgehend erkannt werden müssen, sind der sogenannte Klemmfall (Jam), d.h. das Klemmen einer Komponente des Antriebsstrangs bzw. der Klappe selbst, sowie der Wellenbruch, der zur Folge hat, dass Klappen hinter der Bruchstelle nicht mehr korrekt positioniert werden können, was zu einem Asymmetriefehler führen kann.

[0006] Ohne Einsatz eines Drehmomentbegrenzers baut sich bei Auftreten eines Klemmfalles in der Reihe der leistungsübertragenden Bauelemente zwischen der zentralen Antriebseinheit und der Klemmstelle das volle Stallmoment der Antriebseinheit auf, was zur Folge hat, dass an der Klemmstelle selbst das gesamte Stallmoment bzw. die aus dem Stallmoment entstehende Stellkraft wirkt, was zu einer Beschädigung der mit dem Moment beaufschlagten Bauteile führen kann. Daher ist es aus dem Stand der Technik bekannt, Drehmomentbegrenzer einzusetzen, mittels derer die hohen Bauteilbeanspruchungen verhindert werden können. Mittels der Drehmomentbegrenzer werden die nachgeschalteten Bauteile des Abzweiggetriebes, des Führungsgetriebes

und der Strukturbauteile vor diesen extremen Belastungen geschützt.

[0007] Diese Stationsdrehmomentbegrenzer haben dabei die Wirkung, dass sie das Moment der Antriebseinheit in die Flügelstruktur ableiten. Der Ansprechwert dieser so genannten Stationsdrehmomentbegrenzer liegt in der Regel bei etwa 130% des maximal zulässigen Betriebsmomentes der Station.

[0008] Aus dem Stand der Technik ist es des Weiteren bekannt, hinter der Verzweigungsstelle, jedoch wurzelnahe zur Absenkung des Momentniveaus in den Transmissionen weitere so genannte Branch Torque Limiter oder auch Half System Torque Limiter einzubauen, die im Folgenden auch als Halbflügeldrehmomentbegrenzer bezeichnet werden. Diese werden durch die Stationsdrehmomentbegrenzer ausgelöst. Ihr Ansprechwert beträgt in der Regel etwa 130% des maximalen summierten Betriebsdrehmoments des Halbflügels.

[0009] Flugzeughochauftriebssysteme mit Überlastsicherung sind aus dem Stand der Technik bekannt.

[0010] Die DE 103 53 672 A1 beschreibt ein System, in dem durch Vergleich der Zustände im linken und rechten Flügel ein Klemmfall detektiert wird. Dabei werden die Augenblickszustände von Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Abtriebsleistung von Antriebseinheiten als zu beobachtende Kenngrößen genannt. Wird auf diese Weise ein Klemmfall erkannt, wird die Antriebseinheit abgeregelt, so dass ein weiterer Momentenanstieg im Transmissionssystem limitiert wird.

[0011] Aus DE 10 2004 055 740 A1 ist ein Flugzeughochauftriebssystem mit Überlastsicherung bekannt. Vorgesehen ist die Verwendung einer mittels einer schaltenden elektromechanischen Vorrichtung erzeugten Signals, das das Überschreiten eines Schwellwertes des Betriebsdrehmoments in der wurzelnahen Transmission des Halbflügels anzeigt. Wird auf diese Weise ein Klemmfall im Antriebsstrang eines Halbflügels erkannt, wird die Antriebseinheit abgeregelt. Der genannte Schwellwert liegt über dem maximalen Betriebsdrehmoment des Halbflügels.

[0012] DE 103 08 301 B3 beschreibt ebenfalls ein Flugzeughochauftriebssystem mit Überlastsicherung. Bei diesem System wird die Antriebseinheit nach Überschreiten eines Schwellwertes der kontinuierlich gemessenen Stellkraft zwischen dem Aktuator und dem Führungsgetriebe abgeregelt.

[0013] Die EP 1 321 359 B1 offenbart die konstruktiven Merkmale eines Differenzdrehmomentbegrenzers.

[0014] Wie oben ausgeführt, besteht ein weiterer Fehlerfall im Auftreten eines Wellenbruchs (Disconnect). Ein Wellenbruch führt zu einem sogenannten Asymmetriefehler, was insbesondere deshalb problematisch ist, da die unsymmetrische Veränderung der Auftriebs- und Widerstandskräfte an den Flügeln mit den primären Flugsteuerungsflächen (Querruder) nicht kompensiert werden können. Asymmetrie kann entstehen, wenn an einer beliebigen Stelle im Transmissionssystem eine Unterbrechung (Disconnect) auftritt, wodurch die Klappen

bzw. die Landeklappen hinter der Bruchstelle nicht mehr kontrolliert positioniert werden können.

[0015] Im Stand der Technik ist zur Erkennung des Wellenbruchs vorgesehen, dass die Positionen der Wellensysteme im linken und rechten Flügel kontinuierlich gemessen und verglichen werden. Bei Überschreiten eines Schwellwertes der Positions Differenz wird eine Unterbrechung (Disconnect) im Antriebsstrang angenommen, und das System wird stillgesetzt.

[0016] Figur 5 zeigt ein aus dem Stand der Technik bekanntes Flugzeughochauftriebsystem mit Überlastsicherung.

[0017] Die Antriebsleistung der zentralen Antriebseinheit 1 wird über die Zentralwelle 2 an das Verzweigungsgetriebe 3 geführt. Im Verzweigungsgetriebe 3 wird die Antriebsleistung in die Transmissionen 5, des linken und des rechten Halbflügels verteilt. Der Einfachheit halber sind in Figur 5 nur die Bauelemente des rechten Halbflügels mit Bezugszeichen versehen. Der linke Halbflügel weist einen spiegelsymmetrisch identischen Aufbau auf.

[0018] Der Halbsystemdrehmomentbegrenzer 4 schützt im Klemmfall die nachfolgenden Elemente des Halbflügels vor unzulässig hohen Belastungen. Diesem nachgeschaltet sind die Abzweiggetriebe 6, die dem Transmissionsstrang 5 die für die Bewegung der Aktuatoren 8 benötigte Leistung entnehmen. Die Aktuatoren 8 wandeln die Rotation der Abzweiggetriebe 6 in translatorische Stellbewegungen. Mittels der Führungsgetriebe 9 wird die Stellkraft auf die jeweilige Landeklappe 10 übertragen. Des Weiteren bestimmen sie den kinematischen Verlauf des Stellvorgangs.

[0019] Wie dies des Weiteren aus Figur 5 hervorgeht, sind am Ausgang der Abzweiggetriebe 6 Stationsdrehmomentbegrenzer 7 vorgesehen, die die Bauelemente der Station vor unzulässig hohen Belastungen schützen.

[0020] Kommt es beispielsweise zu einem Klemmen im Führungsgetriebe 9 der äußeren rechten Station wird die Last im zugehörigen Aktuator 8 ansteigen, bis der Stationsdrehmomentbegrenzer 7 dieser Station anspricht und die Antriebsmomente in die Struktur ableitet. Da die Antriebseinheit 1 jedoch weiter arbeitet, steigt das Drehmoment im Transmissionsstrang 5 weiter an, bis der Halbflügeldrehmomentbegrenzer 4 anspricht, und das Antriebsmoment in die Struktur ableitet.

[0021] In diesem Zustand ist das System blockiert, und im Transmissionsstrang 5 zwischen Antriebseinheit 1 und Halbflügeldrehmomentbegrenzer 4 ist das Stallmoment, d.h. das maximal mögliche Betriebsmoment eingespant. Zwischen Halbflügeldrehmomentbegrenzer 4 und Stationsdrehmomentbegrenzer 7 ist ein Moment von ca. 130% des maximalen Halbflügelbetriebsdrehmoments eingespant und im Strang zwischen Stationsdrehmomentbegrenzer 7 und der Klemmstelle ca. 130% des maximalen Stationsdrehmomentes bzw. der daraus resultierenden Stellkraft.

[0022] Ein derartiges System arbeitet sowohl mit unregelmäßig als auch mit geregelten Antriebseinheiten.

[0023] Wie oben ausgeführt und wie aus Figur 5 er-

sichtlich, enthält eine Systemtopologie gemäß dem Stand der Technik also zum Schutz der Komponenten vor zu hohen Drehmomenten / Stellkräften eine Vielzahl von komplexen mechanischen Geräten, die den Systempreis und das Gewicht erhöhen, gleichzeitig auch wegen der erhöhten Komplexität die Systemverfügbarkeit beeinträchtigen.

[0024] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Flugzeughochauftriebsystem mit Überlastsicherung bereitzustellen, dessen Komplexität gegenüber vorbekannten Systemen verringert ist.

[0025] Diese Aufgabe wird durch ein Flugzeughochauftriebsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0026] Danach ist vorgesehen, dass die Überlastsicherung eine Vergleichseinrichtung aufweist, mittels derer die Augenblickswerte der Betriebsmomente der Halbflügelsysteme verglichen werden oder ein durch die Differenz der Betriebsmomente hervorgerufener Zustand erfasst wird, sowie eine mit der Vergleichseinrichtung in Verbindung stehende Begrenzungseinrichtung aufweist, mittels derer die Antriebseinheit blockiert, abgeschaltet oder abgeregelt und/oder das Moment der Antriebseinheit in die Flugzeugstruktur abgeleitet wird, wenn die Differenz der Betriebsmomente einen Grenzwert übersteigt.

[0027] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die Differenz der Betriebsmomente der Halbflügelsysteme verglichen wird oder dass ein durch die Differenz der Betriebsmomente hervorgerufener Zustand erfasst wird und dass auf dieser Grundlage ggf. ein weiterer Anstieg des Betriebsmomentes verhindert oder möglichst gering gehalten wird.

[0028] Denkbar ist es, dass in jedem der Halbflügel wenigstens ein Drehmomentsensor vorgesehen ist, der mit der Vergleichseinrichtung in Verbindung steht.

[0029] Der oder die Drehmomentsensoren können an den wurzelseitigen Enden der Halbflügel angeordnet sein. Grundsätzlich ist auch eine andere Anordnung der Drehmomentsensoren möglich.

[0030] Die Vergleichseinrichtung kann durch eine elektronische Auswerteeinheit gebildet werden, die mit der Antriebseinheit in Verbindung steht und diese abregelt, wenn in der elektronischen Auswerteeinheit festgestellt wird, dass die Differenz der Drehmomente einen Grenzwert übersteigt.

[0031] Eine geringe Komplexität des Systems ergibt sich, wenn keine Halbflügeldrehmomentbegrenzer und/oder wenn keine Stationsdrehmomentbegrenzer vorgesehen sind.

[0032] Die Vergleichseinrichtung und die Begrenzungseinrichtung können durch zwei unterschiedliche oder durch ein und dasselbe Bauteil oder auch durch eine Baugruppe gebildet werden.

[0033] Die Vergleichsvorrichtung kann als im wesentlichen mechanisch arbeitendes Bauteil ausgeführt sein.

[0034] Dabei kann vorgesehen sein, dass die Vergleichsvorrichtung erste Räder aufweist, von denen je-

weils wenigstens eines mit einer der Transmissionswellen in Verbindung steht. Diese ersten Räder können in den wurzelseitigen Enden der Transmissionen angeordnet sein. Sie kämmen mit zweiten Rädern, die ortsfest auf einer axial verschiebbaren Ritzelwelle angeordnet sind, wobei die ersten Räder derart ausgeführt sind, dass sie auf die Ritzelwelle entgegengerichtete Kräfte ausüben.

[0035] Vorzugsweise handelt es sich bei den ersten Rädern und/oder bei den zweiten Rädern um schrägverzahnte Stirnräder.

[0036] Mittels Federn, die in entgegengesetzter Richtung wirken, kann die Ritzelwelle vorgespannt sein. Dabei kann vorgesehen sein, dass geringfügige Drehmomentdifferenzen durch die Federn reagiert werden und ein Auslösen des Systems erst dann erfolgt, wenn die Drehmomentdifferenz höhere Werte annimmt.

[0037] Denkbar ist es, dass ein oder mehrere Sensoren oder Kontakte vorgesehen sind, mittels derer eine axiale Auslenkung der Ritzelwelle oder eines mit dieser in Verbindung stehenden Bauteils erfaßbar ist. Wird die Ritzelwelle über ein vorgegebenes Maß hinaus axial ausgelenkt, führt dies dazu, dass der Sensor oder der Kontakt ausgelöst wird und zu einem Abschalten der Antriebseinheit führt.

[0038] Alternativ oder zusätzlich ist es denkbar, dass die axiale Auslenkung der Ritzelwelle zur Betätigung einer Bremse, beispielsweise einer mechanischen Bremse führt, die die Antriebseinheit blockiert. Das Betriebsmoment wird in die Struktur abgeleitet.

[0039] Das erfindungsgemäße System kann in dieser Konfiguration sowohl mit Einsatz einer elektronisch arbeitenden Vergleichseinheit als auch mit Einsatz einer mechanischen Vergleichseinheit durch die Überwachung der Momentdifferenz auch eine Unterbrechung in einem der Antriebsstränge erkennen, da in einem solchen Fall das Betriebsmoment im Strang um den Anteil des abgetrennten Systemteiles vermindert wird. Diese Erkennung erfolgt bei einer deutlich geringeren Positionsdifferenz der beiden Systemhälften als bei aus dem Stand der Technik bekannten Systemen.

[0040] Es sind Systemtopologien bekannt, die an den Laststationen redundante Lastpfade erfordern. Diese Forderung wird durch die parallele Anordnung von zwei Aktuatoren sowie eventuell auch von zwei Führungsgetrieben erfüllt.

[0041] Bei einer solchen Systemanordnung besteht ein möglicher Nachteil darin, dass es zu einem Kraftkonflikt zwischen den Antriebssträngen kommen kann, der durch Toleranzen in den lasttragenden Bauteilen verursacht wird und der wegen des geschlossenen Momentenkreises nicht ausgeglichen werden kann. Grundsätzlich lässt sich dieses Problem durch ein Differentialgetriebe im Abzweiggetriebe lösen (DE 10 2004 047 098 A1), jedoch besteht ein Nachteil darin, dass ein Differentialgetriebe technisch vergleichsweise aufwendig ist.

[0042] Somit ist in einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass in einem, mehreren oder allen Abzweiggetrieben redundanter

Lastpfade die Vergleichseinrichtung angeordnet ist. Bei dieser Vergleichseinrichtung kann es sich beispielsweise um die in Figur 3 dargestellte Vorrichtung, d. h. um eine mechanische Vorrichtung, handeln. Die Abzweiggetriebe können in dieser Ausgestaltung der Erfindung auch die erfindungsgemäßen Begrenzungseinrichtungen aufweisen.

[0043] Die Erfindung ist nicht auf den Vergleich der Betriebsmomente zwischen den beiden Halbflügeln beschränkt, sondern erfaßt auch den Vergleich von Betriebsmomenten innerhalb eines Halbflügels.

[0044] Die Vergleichseinrichtung kann auch durch eine elektrische Auswerteeinheit gebildet werden, wie sie beispielsweise in Anspruch 3 offenbart ist.

[0045] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0046] Es zeigen:

20 Figur 1: eine schematische Darstellung eines Antriebssystems gemäß der vorliegenden Erfindung mit elektronischem Drehmomentbegrenzer,

25 Figur 2: eine schematische Darstellung eines Antriebssystems gemäß der vorliegenden Erfindung mit mechanisch wirkendem Drehmomentbegrenzer,

30 Figur 3: eine schematische Darstellung eines mechanisch wirkenden Drehmomentbegrenzers,

35 Figur 4: eine schematische Darstellung eines Antriebssystems gemäß der vorliegenden Erfindung mit redundanten Lastpfaden und

Figur 5: eine schematische Darstellung eines Antriebssystems nach dem Stand der Technik.

40 **[0047]** In den Figuren 1, 2, 4 und 5 sind die für die Erfindung wesentlichen Elemente eines Hochauftriebsystems schematisch dargestellt. Alle Elemente des Systems, die zur Realisierung des Überlastschutzes / Asymmetrieschutzes nicht unmittelbar beitragen, sind nicht dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist ein sehr einfaches System gezeigt, die Erfindung ist aber auf komplexere Systeme der Hinterkanten-Klappen wie auch der Vorflügelsysteme anwendbar.

[0048] Figur 1 zeigt ein Antriebssystem mit einer Überlastsicherung gemäß der Erfindung.

[0049] Wie dies aus Figur 1 hervorgeht, sind die aus dem Stand der Technik bekannten Halbsystemdrehmomentbegrenzer sowie die Stationsdrehmomentbegrenzer nicht vorhanden.

55 **[0050]** Mit dem Bezugszeichen 1 ist eine zentrale Antriebseinheit gekennzeichnet, die zur Verstellung der Landeklappen 10 beider Flügel eines Flugzeuges dient. Grundsätzlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf Lan-

deklappen beschränkt, sondern umfaßt die Betätigung bzw. Fehlererkennung von beliebigen Klappen oder Klappensystemen.

[0051] Die Antriebseinheit 1 treibt eine Zentralwelle 2 an, die mit dem Verzweigungsgetriebe 3 in Verbindung steht. Mittels des Verzeigungsgetriebes 3 wird die Antriebsleistung der Antriebseinheit 1 in die Transmissionen 5 beider dargestellten Flügelhälften verteilt. Die Abzweiggetriebe 4 entnehmen der Transmission die für die Bewegung der Aktuatoren 8 benötigte Leistung. Mittels der Aktuatoren 8 wird die Rotationsbewegung der Abzweiggetriebe 4 in eine translatorische Bewegung umgewandelt.

[0052] Mit dem Bezugszeichen 9 sind Führungsgetriebe gekennzeichnet, mittels derer die Stellkraft auf die Landeklappe 10 übertragen wird. Des Weiteren bestimmten die Führungsgetriebe 9 den kinematischen Verlauf des Stellvorgangs der Landeklappe 10.

[0053] Wie dies des Weiteren aus Figur 1 hervorgeht, sind an den wurzelseitigen Enden der Transmissionen 5 beider Halbflügel Sensoren 12 angeordnet, mittels derer kontinuierlich das aktuelle Drehmoment in beiden Halbflügeln gemessen wird. Denkbar ist beispielsweise der Einsatz von Drehmomentsensoren, wie sie beispielsweise aus der DE 103 53 672 A1 bekannt sind.

[0054] Die mittels der Sensoren 12 gemessenen Werte der Drehmomente werden an eine elektronische Auswerteeinheit 13 übertragen, die die Differenz beider Drehmomente bildet. Wird in der Auswerteeinheit 13 festgestellt, dass die Differenz einen bestimmten Grenzwert übersteigt, wird die Antriebseinheit 1 abgeschaltet bzw. ein Abschaltalgorithmus eingeleitet.

[0055] Wird in der Auswerteeinheit 13 eine Drehmomentdifferenz festgestellt, die einen Grenzwert übersteigt, wird somit auf den Klemmfall geschlossen, d.h. auf das Auftreten des Klemmens eines oder mehrerer der leistungsübertragenden Bauelemente. Aufgrund des Abregelvorgangs der Antriebseinheit 1 wird ein weiterer Drehmomentanstieg zwischen der Antriebseinheit 1 und der Klemmstelle auftreten, jedoch fällt dieser kleiner aus, als dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, was darauf zurückzuführen ist, dass der Beginn des Klemmvorgangs durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Systems deutlich früher erkannt wird.

[0056] Im Vergleich zu den Systemen aus DE 10 2004 055 740 A1 und DE 103 08 301 B3 wird der Beginn des Klemmvorgangs deutlich früher erkannt, weil die Differenz der Betriebsmomente unabhängig vom Augenblickswert erkannt wird. Damit ist im Vergleich zu DE 10 2004 055 740 A1 und DE 103 08 301 B3 eine geringere maximale Momentenbeanspruchung der Elemente des Antriebssystems realisierbar.

[0057] Figur 2 zeigt ein Antriebssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ebenfalls ohne Halbsystemdrehmomentbegrenzer sowie ohne Stationsdrehmomentbegrenzer. Abweichend von dem System gemäß Figur 1 ist ein mechanisch wirkender Drehmomentbegrenzer 11 vorgesehen. Dieser ist in das Verzweigungsgetriebe 3

integriert. Sobald eine bestimmte Differenz in den Betriebsdrehmomenten in den Transmissionswellen 5 der Halbflügel auftritt, leitet der Drehmomentbegrenzer 11 das Antriebsmoment der Antriebseinheit 1 in die Struktur ab.

[0058] Tritt ein Klemmfall ein, liegt nach dem Stillstand des Systems folgende Situation vor:

[0059] Zwischen Antriebseinheit 1 und dem Verzweigungsgetriebe 3 liegt in der zentralen Antriebswelle 2 das Stallmoment, d.h. das maximale Blockiermoment im Falle des Klemmens an.

[0060] In dem Transmissionsstrang liegt bis zur Klemmstelle das zuletzt wirkende Betriebsmoment an, das um den Ansprechwert des Drehmomentbegrenzers 11 erhöht ist. In dem Transmissionsstrang, in dem keine Klemmstelle vorliegt, liegt das zuletzt wirkende Betriebsmoment an.

[0061] Die stationären und transienten Betriebslasten sind in der Systemtopologie gemäß Figur 2 im Vergleich zu den Systemarchitekturen gemäß Figur 5 reduziert.

[0062] Aufgrund der Tatsache, dass der Drehmomentbegrenzer mechanisch arbeitet, kann das System gemäß Figur 2 mit geregelten sowie auch mit ungeregelten Antriebseinheiten eingesetzt werden.

[0063] Tritt ein Wellenbruch ein, entsteht durch den Wegfall der Stationsdrehmomente eine Momentdifferenz mit umgekehrten Vorzeichen.

[0064] Figur 3 zeigt ein Verzweigungsgetriebe 3 mit integriertem mechanisch wirkenden Drehmomentbegrenzer, das in einer Systemtopologie gemäß Figur 2 eingesetzt wird.

[0065] Wie dies aus Figur 3 hervorgeht, werden die Drehmomente des linken Halbflügels (T_L) und des rechten Halbflügels (T_R) auf die miteinander fest verbundenen Ritzel übertragen, in der Ritzelwelle summiert und über das axial ortsfeste Kegelradpaar auf die Motorwelle geleitet.

[0066] Im Einzelnen gilt Folgendes:

[0067] Das Verzweigungsgetriebe 3 weist eine Motorwelle 30 auf, deren Leistung bzw. deren Moment über das ortsfeste Kegelradpaar 32, 34 auf die axial verschieblich angeordnete Ritzelwelle 40 übertragen wird. Auf der Ritzelwelle 40 befinden sich zwei auf der Ritzelwelle 40 ortsfest angeordnete, stirnseitig schräg verzahnte Ritzel 42, 44. Diese Kämmen mit zwei schrägverzahnten Stirnrädern 52, 54, von denen eines mit der Transmissionswelle 5 des rechten Halbflügels und eines mit der Transmissionswelle 5' des linken Halbflügels verbunden ist.

[0068] Die in den Transmissionen 5, 5' auftretenden Momente sind mit den Bezugszeichen T_R und T_L gekennzeichnet.

[0069] Die durch die Schrägverzahnungen auftretenden gegensinnigen axialen Kräfte, die auf die Ritzelwelle 40 wirken, sind mit den Bezugszeichen F_R und F_L gekennzeichnet.

[0070] Die Ritzelwelle 40 ist durch Federn 60, 60' axial vorgespannt, wie dies durch die Bezugszeichen F_F ge-

kennzeichnet ist. Die durch die Federn 60, 60' erzeugte Federkraft ist identisch.

[0071] Sind die Drehmomente T_R und T_L bei beiden Halbflügelwellen 5, 5' identisch, wie dies der Fall ist, wenn weder ein Klemmen auftritt noch ein Wellenbruch, sind die durch die Schrägverzahnung entstehenden gegensinnigen Axialkräfte F_R und F_L gleich groß, d.h. im Gleichgewicht. Die Ritzelwelle 40 bleibt in diesem Fall in der in Figur 4 dargestellten Position, d.h. ortsfest.

[0072] Tritt jedoch eine Differenz zwischen den in den Halbflügelwellen 5, 5' wirkenden Drehmomenten auf, werden auch die resultierenden Axialkräfte F_R und F_L unterschiedlich, wodurch eine resultierende Stellkraft entsteht, die zunächst durch die Federn 60, 60' reagiert wird. Wird die Drehmomentdifferenz größer, führt dies zu einer axialen Verstellung der Ritzelwelle 40, die so groß ist, dass einer der Sensoren oder Schalter 70, 70' betätigt wird. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass eine in der Figur nicht dargestellte mechanische Bremse ausgelöst wird.

[0073] Bei Betätigung eines der Sensoren oder Schalter 70, 70' wird die Antriebseinheit 1 abgeschaltet oder durch die mechanische Bremse blockiert. In beiden Fällen wird ein weiterer Anstieg des Wellenmomentes in den Halbflügeln verhindert.

[0074] Entsprechendes gilt für einen Wellenbruch, der zu einem Drehmomentabfall in dem betroffenen Halbflügel führt. Auch in diesem Fall kann die Antriebseinheit 1 abgeschaltet oder blockiert werden. Gleichzeitig kann das Signal des betätigten Sensors 70, 70' genutzt werden, um Sicherheitsbremsen zu aktivieren, die beispielsweise an den Flügelspitzen angeordnet sind, um das System in einem sicheren Zustand zu arretieren. Ein Sonderfall tritt allerdings auf, wenn beide Wellenstränge gleichzeitig blockieren. In diesem Fall entsteht keine Drehmomentdifferenz, so dass auch kein Fehler erkannt werden kann. Jedoch sind die in den Transmissionen aufzunehmenden Antriebsdrehmomente vorzugsweise auf 50% der Momentenkapazität der Antriebseinheit limitiert, da im Falle einer unsymmetrischen Lastverzweigung ja wieder eine Differenz der Drehmomente wirkt.

[0075] Mit der in den Figuren dargestellten Topologie werden folgende Vorteile erreicht:

- Entfall einer Vielzahl von Stations- und Halbsystemdrehmomentbegrenzern
- Deutlich verringerte Wellendrehmomente im Klemmfall
- Frühzeitiges Erkennen von Wellenstrangunterbrechungen
- Geringere Systembeschaffungskosten
- Geringere Systembetriebskosten (Wartung)
- Erhöhte Systemzuverlässigkeit

[0076] Figur 4 zeigt ein Antriebssystem gemäß der vorliegenden Erfindung mit redundanten Lastpfaden. Wie dies aus Figur 4 hervorgeht, sind einem Abzweiggetriebe 6 jeweils zwei Aktuatoren 8 und zwei Führungsgetriebe

9 zugeordnet. Grundsätzlich wäre auch denkbar, eine andere Anzahl von Führungsgetrieben als Aktuatoren vorzusehen. Denkbar wäre in diesem Fall z. B. auch der Einsatz eines Führungsgetriebes. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf zwei Aktuatoren und Führungsgetriebe beschränkt, auch eine andere Anzahl ist grundsätzlich denkbar. Wie dies des weiteren aus Figur 4 hervorgeht, sind in den Abzweiggetrieben 6 Vergleichsvorrichtungen angeordnet, die als mechanisch arbeitendes Bauteil 11 ausgeführt sind. In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei den Vergleichseinrichtungen um die aus Figur 3 ersichtlichen Anordnungen.

[0077] Mit Integration dieser Anordnung in jedes der Abzweiggetriebe 6 lässt sich im geschlossenen Momentenkreis der oben genannte Kraftkonflikt lösen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Kraftkonflikt in den Getrieben Drehmomente mit unterschiedlichen Vorzeichen bewirkt. Diese Momentendifferenz kann durch eine axiale Bewegung der in Figur 3 dargestellten Ritzelwelle 40 ausgeglichen werden, in dem das höher belastete Stirnrad während der Axialbewegung der Ritzelwelle 40 um die Steigung der Schrägverzahnung zurückbleibt, während das geringer belastete Rad eine Voreilung erfährt.

[0078] Da der Momentenkreis geschlossen ist, entsteht über die Weichheiten des Systems der Momentenausgleich. Dabei gilt, dass je steifer die Lastpfade sind, je weniger Winkeldifferenz von der Vorrichtung erzeugt werden muss. Erst wenn eine maximal zulässige Differenz der Drehmomente überschritten ist, wird eine Abschaltung über die Schalter 70 bzw. 70' wirksam.

[0079] Eine weitere luftfahrttypische Sicherheitsanforderung besteht darin, dass ein Ausfall eines der parallel angeordneten Lastpfade sicher detektiert werden muss (Verbot "schlafender Fehler"), in aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen werden hierfür elektrische Sensoren oder auch mechanische Anzeigen eingesetzt.

[0080] Die in Figur 4 dargestellte Anordnung detektiert auch Drehmomentdifferenzen, die durch Klemmen oder Unterbrechung eines der lasttragenden Pfade in der Antriebsstation ausgelöst werden. Dies ist durch Einsatz der mechanischen Vorrichtung gemäß Figur 3 sowie auch mit elektrischen Drehmomentsensoren denkbar. Die Anordnung gemäß Figur 4 ist somit nicht auf den Einsatz mechanischer Vergleichsvorrichtungen beschränkt.

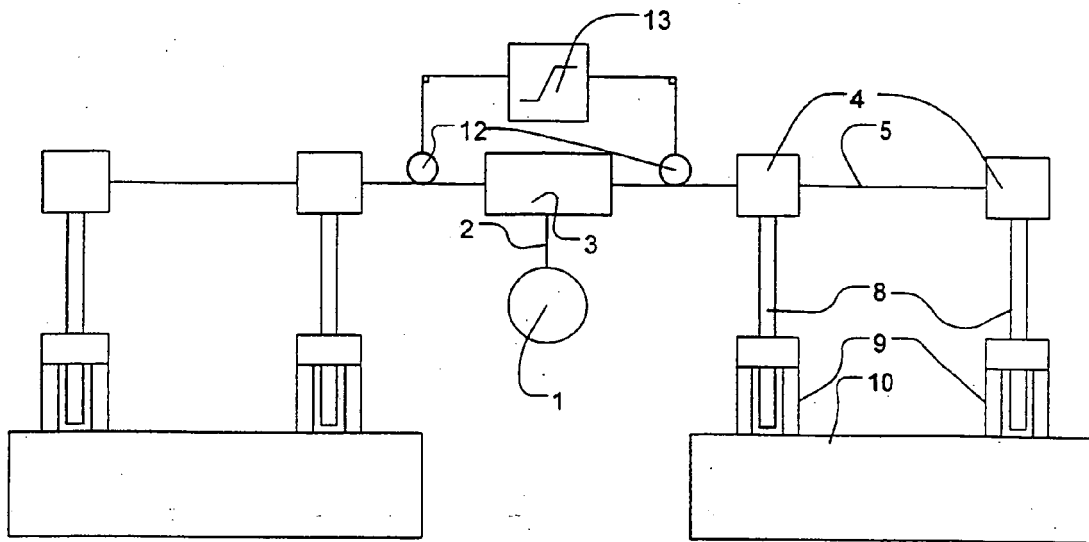
[0081] Auch in dieser Anordnung sind im Falle eines gleichzeitigen Klemmens beider Lastpfade 50% des Antriebsmoments pro Lastpfad aufzunehmen. Der gleichzeitige Bruch beider Lastpfade ist sicherheitstechnisch zu vernachlässigen, da an der Systemauslegung dieser Fall durch andere Maßnahmen, wie beispielsweise durch die Dissimilarität ausgeschlossen wird.

[0082] In dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel mit redundanten Lastpfaden sind alle Lastbegrenzer bzw. Abzweiggetriebe 6 mit Drehmomentdifferenzsensoren ausgestattet.

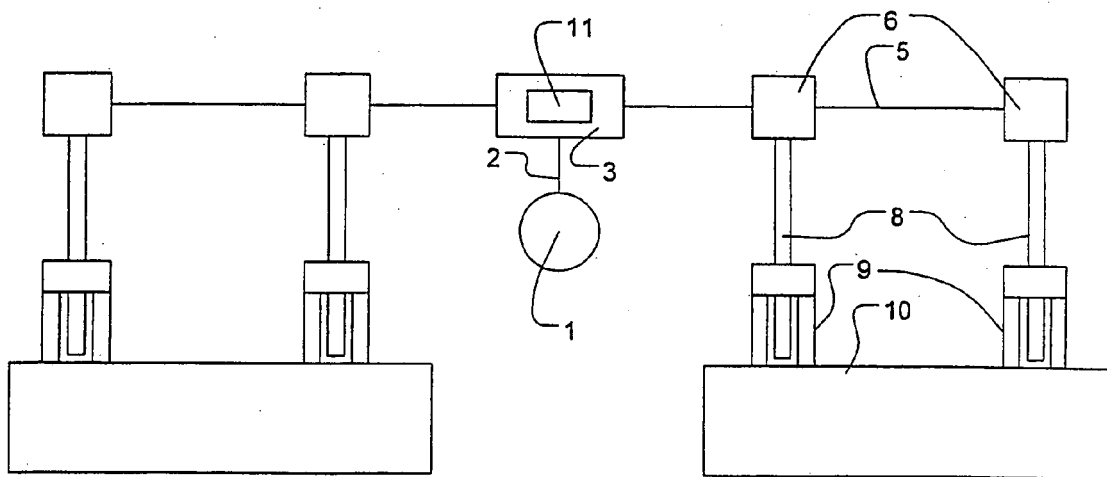
Patentansprüche

1. Flugzeughochauftriebsystem mit wenigstens einer Antriebseinheit zum Betrieb der Hochauftriebssysteme der Halbflügel (Halbflügelsysteme) sowie mit wenigstens einer Überlastsicherung zur Vermeidung unerwünscht hoher Betriebsmomente in den Halbflügelsystemen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überlastsicherung eine Vergleichseinrichtung aufweist, mittels derer die Augenblickswerte der Betriebsmomente der Halbflügelsysteme verglichen werden und/oder ein durch die Differenz der Betriebsmomente hervorgerufener Zustand erfasst wird, sowie eine mit der Vergleichseinrichtung in Verbindung stehende Begrenzungseinrichtung aufweist, mittels derer die Antriebseinheit blockiert, abgeschaltet oder abgeregelt und/oder das Moment der Antriebseinheit in die Flugzeugstruktur abgeleitet wird, wenn die in der Vergleichseinrichtung ermittelte Differenz der Betriebsmomente einen Grenzwert übersteigt.
2. Flugzeughochauftriebsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jedem der Halbflügel wenigstens ein Drehmomentsensor (12) vorgesehen ist, der mit der Vergleichseinrichtung in Verbindung steht, wobei der oder die Drehmomentsensoren (12) vorzugsweise an den wurzelseitigen Enden der Halbflügel angeordnet sind.
3. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichseinrichtung durch eine elektronische Auswerteeinheit (13) gebildet wird, die mit der Antriebseinheit (1) in Verbindung steht und diese abregelt, wenn in der elektronischen Auswerteeinheit (13) festgestellt wird, dass die Differenz der Drehmomente einen Grenzwert übersteigt.
4. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** keine Halbflügeldrehmomentbegrenzer und/ oder dass keine Stationsdrehmomentbegrenzer vorgesehen sind.
5. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichseinrichtung und die Begrenzungseinrichtung durch zwei unterschiedliche oder durch ein und dasselbe Bauteil oder durch eine Baugruppe gebildet werden.
6. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichsvorrichtung als mechanisch arbeitendes Bauteil (11) ausgeführt ist und vorzugsweise in das Verzweigungsgetriebe (3) integriert ist.
7. Flugzeughochauftriebsystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichsvorrichtung erste Räder (52, 54) aufweist, von denen jeweils wenigstens eines mit einer der Transmissionswellen (5, 5') in Verbindung steht und die mit zweiten Rädern (42, 44) einer axial verschiebbaren Ritzelwelle (40) kämmen, wobei die ersten Räder (52, 54) derart ausgeführt sind, dass sie auf die Ritzelwelle (40) entgegengerichtete Kräfte ausüben.
8. Flugzeughochauftriebsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den ersten Rädern (52, 54) und/oder bei den zweiten Rädern (42, 44) um schrägverzahnte Stirnräder handelt.
9. Flugzeughochauftriebsystem nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Federn (60, 60') vorgesehen sind, die in entgegengesetzter Richtung wirken und mittels derer die Ritzelwelle (40) vorgespannt ist.
10. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer oder mehrere Sensoren (70, 70') vorgesehen sind, mittels derer eine axiale Auslenkung der Ritzelwelle (40) oder eines mit dieser in Verbindung stehenden Bauteils erfaßbar ist.
11. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Bremsen vorgesehen sind, die bei axialer Auslenkung der Ritzelwelle (40) über einen Grenzwert hinaus betätigt werden und mittels derer die Antriebseinheit (1) blockierbar ist.
12. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Sensoren (70, 70') mit Bremsen in Verbindung stehen, die das Halbflügelsystem oder Teile davon in einem sicheren Zustand fixieren, wenn ein Sensorsignal abgegeben wird.
13. Flugzeughochauftriebsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** redundante Lastpfade vorgesehen sind und dass in dem Abzweiggetriebe (6), von dem die redundanten Lastpfade ausgehen, die Vergleichseinrichtung angeordnet ist.
14. Flugzeughochauftriebsystem nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichseinrichtung gemäß dem kennzeichnenden Teil eines der Ansprüche 10 bis 15 ausgeführt ist.
15. Flugzeughochauftriebsystem nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichseinrichtung durch eine elektronische Auswerteeinheit gebildet wird.

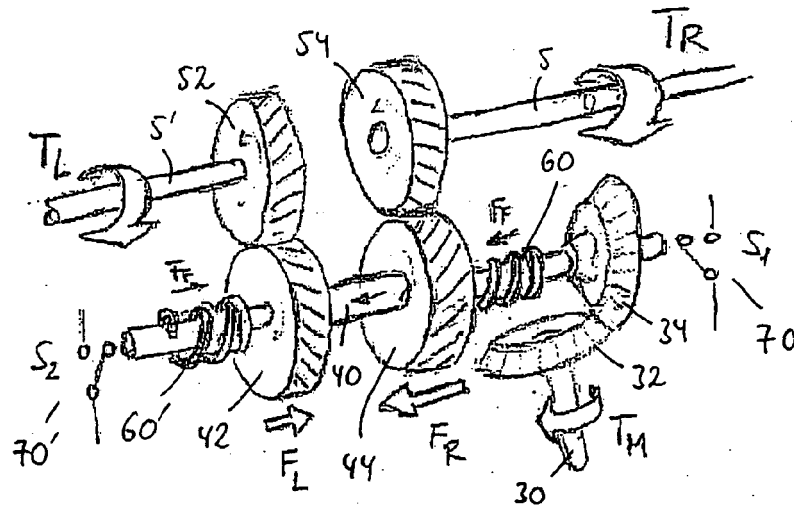
Figur 1



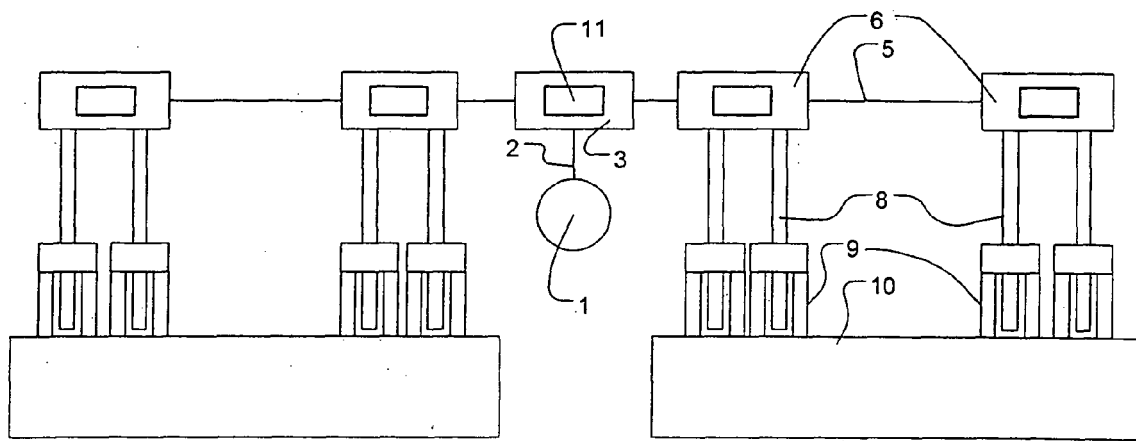
Figur 2



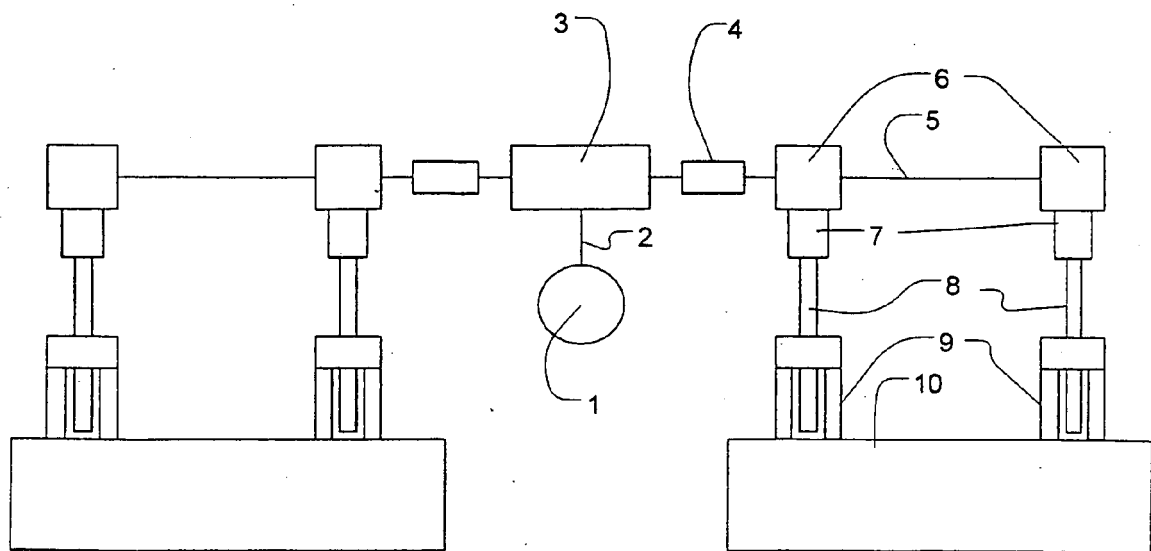
Figur 3



Figur 4



Figur 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10353672 A1 [0010] [0053]
- DE 102004055740 A1 [0011] [0056] [0056]
- DE 10308301 B3 [0012] [0056] [0056]
- EP 1321359 B1 [0013]
- DE 102004047098 A1 [0041]